

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2015/2016 Academic Session

December 2015 / January 2016

## EBP 420/2 – Rubber Engineering [Kejuruteraan Getah]

Duration : 2 hours  
[Masa : 2 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains SIX printed pages and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM muka surat beserta SATU muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper consists of SIX questions.

*[Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.]*

**Instruction:** Answer **FOUR** questions. If a candidate answers more than four questions only the first four questions answered in the answer script would be examined.

**[Arahan:** Jawab **EMPAT** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan hanya empat soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]*

1. [a] A rubbery material has a "Shore A Hardness" of 45 degree. What is the approximate value of the tensile (Young's) elastic modulus,  $E$ ?

*Satu bahan bergetah mempunyai "Kekerasan Shore A" 45 darjah. Apakah nilai anggaran bagi modulus elastik ( $E$ ) regangan?*

(20 marks/markah)

- [b] What is the approximate value of shear modulus,  $G$ ?

*Apakah nilai anggaran modulus ricih,  $G$ ?*

(10 marks/markah)

- [c] According to the molecular theory of rubber elasticity, what is the approximate number,  $N$  of molecular strands per cubic meter?

*Menurut teori molekul keanjalan getah, apakah anggaran nombor,  $N$  jalur/lembar molekul per meter padu?*

(30 marks/markah)

- [d] Assuming the materials in Question (a) – (c) is non-Hookean ( $W_2 = 0$ ), what tensile stress is required to maintain a tensile strain of 100%? What "engineering" stress is required?

*Dengan mengandaikan bahan-bahan di dalam Soalan (a) - (c) adalah tak-Hookean ( $W_2 = 0$ ), apakah tegasan regangan yang diperlukan untuk mengekalkan terikan regangan 100%? Apakah tegasan "kejuruteraan" yang diperlukan?*

(40 marks/markah)

2. [a] Would you expect a vulcanized elastomer to fail catastrophically once the mechanical threshold energy is attained? Explain your answer.

*Adakah anda menjangkakan elastomer tervulkan gagal secara katastropik jika tenaga ambang mekanikal dicapai? Jelaskan jawapan anda.*

(50 marks/markah)

- [b] Would you expect the tear strength and tensile strength to be closely interrelated to the threshold strength or to one another for vulcanisates of:

(i) a strain- crystallizing elastomer?

(ii) a non- crystallizing elastomer?

Discuss the reasons for your answer.

*Adakah anda menjangkakan kekuatan cabikan dan kekuatan regangan yang akan saling berhubungkait dengan kekuatan ambang atau kepada satu sama lain untuk vulkanizat daripada:*

(i) elastomer menghablur dengan terikan?

(ii) elastomer tak menghablur dengan terikan?

*Bincangkan sebab-sebab bagi jawapan anda.*

(50 marks/markah)

3. [a] Derive an expression for tearing energy in the tensile geometry in terms of stress or strain and modulus, assuming for linear elastic behaviour of the rubber.

*Terbitkan ungkapan untuk tenaga cabikan dalam geometri tensil dari segi tegasan atau terikan dan modulus, dengan anggapan kelakuan elastik linear getah.*

(30 marks/markah)

- [b] Fracture mechanics defines a critical crack size for a given level of operating stress as the size below which an initial crack can with stand the first application of stress, but beyond which the crack propagates rapidly to fracture. For a given material subject to repeated loading (NR and SBR), what parameter governs the critical crack size?

*Mekanik rekahan mendefinisikan bahawa saiz retak yang kritikal bagi suatu tahap pengendalian tegasan dikenali sebagai saiz retak awal yang boleh ditampung pada tegasan yang pertama, tetapi apabila melampauinya, retak merambat dengan cepat untuk merekah. Bagi bahan yang dikenakan beban berulang (NR dan SBR), apakah parameter yang mengawal saiz retak kritikal?*

(70 marks/markah)

4. [a] Based on the concept of laminated rubber unit, correlate the application of British requirements in bridge bearing design. (Include the appropriate equations and/or sketches).

*Berdasarkan konsep unit getah terlaminat, berikan hubungan penggunaan keperluan British dalam merekabentuk galas jambatan. (Sertakan persamaan dan/atau lakaran yang sesuai).*

(60 marks/markah)

- [b] For inclined mounting model, illustrate the force-deformation behaviour of a mounting based on combination of shear and compression at three different angles i.e 0 degrees, 45 degrees, and 90 degrees.

*Untuk model cagak tercondong, tunjukkan kelakuan daya-canggaan sesuatu cagak berdasarkan kombinasi ricihan dan mampatan pada tiga sudut yang berbeza iaitu 0 darjah, 45 darjah dan 90 darjah.*

(40 marks/markah)

5. A rectangular rubber block bearing, measuring 80 mm x 40 mm x 12 mm (length x width x thickness), have the following rubber properties:

Young's modulus = 3.65 MN/m<sup>2</sup>

Shear modulus = 0.71 MN/m<sup>2</sup>

Bulk modulus = 1070 MN/m<sup>2</sup>

Correction factor = 0.64

*Satu segiempat tepat blok galas getah yang berukuran 80 mm x 40 mm x 12 mm (panjang x lebar x tebal), diperbuat daripada getah yang mempunyai sifat-sifat berikut:*

*Modulus Young = 3.65 MN/m<sup>2</sup>*

*Modulus ricih = 0.71 MN/m<sup>2</sup>*

*Modulus pukal = 1070 MN/m<sup>2</sup>*

*Faktor pembetulan = 0.64*

- [a] Assume bulk compressibility effects to be negligible, calculate compression and shear spring rates and the ratio  $K_c/K_s$ .

*Andaikan kesan mampatan pukal boleh diabaikan, kirakan kadar mampatan spring dan kadar ricihan spring serta nisbah  $K_c/K_s$ .*

(40 marks/markah)

- [b] If the rubber bearing is divided into 6 equal thickness sections by rigid shims, estimate the new compression spring rates and the ratio  $K_c/K_s$ . Explain the obtained results.

*Jika galas getah dibahagikan kepada 6 bahagian yang mempunyai ketebalan yang sama oleh kepipis tegar, tentukan kadar mampatan spring yang baru dan nisbah  $K_c/K_s$ . Jelaskan keputusan yang diperolehi.*

(60 marks/markah)

6. [a] Explain the important of transmissibility parameter in vibration isolation of rubber mount and differentiate how the natural rubber will behave compared to synthetic rubber on the transmissibility behaviour.

*Jelaskan kepentingan parameter transmisibiliti dalam pengasingan getaran bagi cagak getah dan bezakan bagaimanakah kelakuan getah asli berbanding getah sintetik terhadap kelakuan transmisibiliti.*

(60 marks/markah)

- [b] What is skid resistance? Compare three different frictional forces and their relations with the skid resistance of tire.

*Apakah rintangan gelincir? Bandingkan tiga daya geseran yang berbeza dan perkaitan daya-daya tersebut dengan rintangan gelincir bagi tayar.*

(40 marks/markah)

APPENDIXLAMPIRANGiven Equations

$$S = \frac{LB}{2t(L+B)}$$

$$S = \frac{a}{2t}$$

$$E_c = E_o(1 + 2kS^2)$$

$$E_c = E_o(1 + 2S^2)$$

$$K_s = \frac{AG}{t}$$

$$K_c = \frac{AEc}{t}$$

$$\frac{1}{1 + \frac{E_o}{E_B}}$$

$$T^2 = \frac{1 + \tan^2 \delta}{\left[ 1 - \left( \frac{W}{W^n} \right)^2 \frac{G_o^1}{G^1} \right]^2 + \tan^2 \delta}$$

$$\frac{F}{x} = 2(k_c \cos^2 \partial + k_s \sin^2 \partial)$$

$$T_i = T_q + T_b$$

$$T_q = 6Se_c$$